

MAGNETIC IMPEDANCE ELEMENT AND MAGNETIC DETECTION CIRCUIT

Patent number: JP8075835

Publication date: 1996-03-22

Inventor: MORI KANEO; UCHIYAMA TAKESHI; MORITA YOSHIKI; SUMIKAMA MASAHIKO

Applicant: MITSUMI ELECTRIC CO LTD;; MORI KANEO

Classification:

- international: G01R33/09; G01R33/02; G11B5/31; H01L43/08

- european:

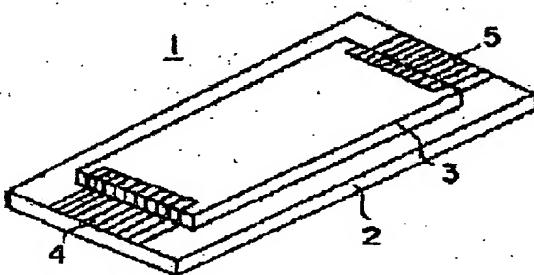
Application number: JP19940216212 19940909

Priority number(s):

Abstract of JP8075835

PURPOSE: To provide a magnetic impedance element capable of being fine-worked and having a high sensitivity and a magnetic detection circuit with a very small size by forming an amorphous magnetic thin film on a substrate made of a non-magnetic material.

CONSTITUTION: An amorphous sputtering magnetic thin film 3 made of a strip-like CoFeB material is formed on a strip-like glass substrate 2 which is a non-magnetic material. Electrodes 4, 5 for connecting to the outside are formed at both ends in the length direction of the magnetic thin film 3. A conductive material such as copper and aluminum is used in the electrodes 4, 5. Use of ceramic material in place of glass of the glass substrate 2 is allowable. The magnetic thin film 3 has magnetic anisotropy in the direction different from exciting current passing across the electrodes 4, 5, or in the direction at a right angle or slanting to the exciting current direction. By conducting magnetic field temperature annealing treatment to the magnetic thin film 3, magnetism-electricity transducing efficiency is enhanced. The magnetic thin film 3 is annealed in d.c. magnetic field at 250 deg.C for one hour.



0.0の長手方向に一定の直流電流DCを流しておき、MR₀の電気導体の幅方向に1.6～3.00 [A/m]の磁束密度の一定のバイアス磁界H_{b0}をかける。そして、外部磁界が印加され、これらの合成磁界Hが変化すると、MR₀の抵抗率ρは合成磁界Hに対して図1-3に示すように変化する。すなわち、MR₀に印加される合成磁界H=0の時に抵抗率ρは最大値を示し、合成磁界Hの大きさに反比例して減少する。

[0008] MR₀の長手方向に流れるセンサ電流ペクトルJと磁化ペクトルMのなす角θと抵抗率ρの関係は、

$$\rho = \rho_0 + \Delta \rho_m \cos^2 \theta$$

となる。ここで、Δρ_mは最大抵抗率変化量である。MR₀の磁気-電気変換効率Δρ_m/ρは一般に2.5～3 [%]と低い。そこで、例えばブリッジ回路にMR₀を組み込んでその抵抗値の変化を検出することで、外部磁界の大きさを知ることができる。また、S/Nの問題があるため、高密度磁気ヘッドと異なり、一低抗磁気ヘッドは磁気導体と異なり、一定レベル以上の出力を得るために一定以上の相対速度を必要とせず、低インピーダンスで広い周波数域を持つ利点があるため、高密度磁気ヘッド用途に使用されている。

[0010] このように、磁気誘導形磁気ヘッドでは出力レベルをかけた場合には磁気誘導形磁気ヘッドに一定以上の相対速度を持たせる必要があり、また、S/Nの問題があるため、高密度磁気ヘッド用途としては磁気抵抗形磁気ヘッドが使用されていた。

[0011] [発明が解決しようとする課題] しかしながら、磁気抵抗形磁気ヘッドに使用されるMR₀は磁気-電気変換効率が十分とは言えず底層であり、プリッジ回路を必要とする問題があった。そこで、MR₀のパラメータNIF₀と、他の磁気-電気変換効率の高い材料に見えることが検討されているが、未だ実用化出来る材料は見つかっていない。

[0012] また近年、FeNiCoCuとFeNiCo等を構成した多層膜による巨大磁気抵抗効果(グレートマグネットレジストタイプ: GMR)が発見されているが、磁界検出感度は従来のMR₀の3～4倍程度の0.4 [%]/[Oe]と[Oe]の程程度に留まっており、大幅な感度改善にはついていない。また、この多層膜は磁界的増強に対する抵抗率ρの値ヒステリシスが大きい問題もある。

[0013] 高密度磁気記録再生ヘッドへの要望は、ビデオテープレコーダー、ハードディスク装置、フロッピーディスク装置の高密度大容量化に対応すべく益々高性能化が求められており、記録ヘッドは巻線コイルを薄膜技術で形成した薄膜ヘッド、再生ヘッドはMR₀で構成

したMRヘッドのハイブリッドヘッドが注目されているが、再生磁気検出素子の大幅な感度向上が要求されている。

[0014] しかしながらMR₀を利用した従来の磁気抵抗形磁気ヘッドでは、前述したとおり再生時の大幅な感度向上は達成されていなかった。

[0015] そこで本願出願人の一人(毛利)は、先に特願平5-323816号により磁気インピーダンス素子を発表し再生時の大幅な感度向上を実現した。この磁気インピーダンス素子は、[3]ほ導磁の厚さ3.0 [μm]のアモルファスワイヤ(鉄引張力アニールしたワイヤ)からなり、長さ1 [mm]程度の微小寸法のものを1 [MHz]程度の高周波電流を通過するとワイヤ両端間の電圧の振幅がMR₀の1.0倍以上である約1.0 [%]/[Oe]の高感度で変化するものである。

[0016] しかしながらこの高感度磁気インピーダンス素子は厚さ3.0 [μm]のアモルファスワイヤからなり、長さ1 [mm]程度の高周波電流を通過するとワイヤ両端間の電圧の振幅がMR₀の1.0倍以上である約1.0 [%]/[Oe]の高感度で変化するものである。

[0017] そこで本発明は上記の点に鑑みてなされたのであって、高感度で微細加工が可能な磁気インピーダンス素子および超小型の磁気検出回路を提供することを目的とする。

[0018] [課題を解決するための手段] 上記の問題を解決するために、本発明では次の通り構成した。

[0019] すなわち、請求項1記載の発明では、非磁性体からなる基板と、基板上に形成された磁性薄膜と、磁性薄膜の長手方向両端に記載された第1及び第2の抵抗部から構成した。

[0020] 請求項9記載の発明では、一の磁性薄膜を有する第1の磁気インピーダンス素子と、他の磁性薄膜を有する第2の磁気インピーダンス素子と、第1及び第2の磁気インピーダンス素子に高周波電流を通す通電手段と、第1及び第2の磁気インピーダンス素子に印加される第1及び第2の信号を生成する信号生成手段とから構成した。

[0021] [作用] 上記構成の請求項1記載の発明によれば、磁性薄膜は磁気-電気変換効率とされるため、高密度再生磁気ヘッド用に最適利用できるよう作用する。

[0022] また上記構成の請求項9記載の発明によれば、磁性薄膜を有する磁気インピーダンス素子に印加される磁界的向きに応じて変化する第1及び第2の信号に基づいて外部磁気を検出するよう作用する。

[0023] [実施例] 次に、図面を参照して本発明の実施例について説明する。図1は本発明の第1実施例を示す図である。

[0024] 図1に示す磁気インピーダンス素子1は、非磁性である短冊状のガラス基板2と、ガラス基板2上にガラス基板2よりも一回り小さい短冊状に形成されたC₀F₀B材料からなるアモルファス・バッタ磁性薄膜3と、アモルファス・バッタ磁性薄膜3の長手方向両端に記載された外部接続用の電極4及び5とからなる。

[0025] アモルファス・バッタ磁性薄膜3は、通常電極4及び5には、銀、アルミニウム等の導電性材料を用いる。なお、ガラス基板2に代えて非磁性体であるセラミックを接着し再生時の大幅な感度向上を実現した。この磁気インピーダンス素子は、[3]ほ導磁の厚さ3.0 [μm]のアモルファスワイヤ(鉄引張力アニールしたワイヤ)からなり、長さ1 [mm]程度の微小寸法のものを1 [MHz]程度の高周波電流を通過するとワイヤ両端間の電圧の振幅がMR₀の1.0倍以上である約1.0 [%]/[Oe]の高感度で変化するものである。

[0026] しかしながらこの高感度磁気インピーダンス素子は厚さ3.0 [μm]のアモルファスワイヤからなり、長さ1 [mm]程度の高周波電流を通過するとワイヤ両端間の電圧の振幅がMR₀の1.0倍以上である約1.0 [%]/[Oe]の高感度で変化するものである。

[0027] またアモルファス・バッタ磁性薄膜3は、スパッタ磁性薄膜3に生ずる電圧降下E (V_{P-P}) を測定し、図中実線Iは外部磁界H_{ext}=0の場合、破線IIは外

部磁界H_{ext}=1.000 [A/m]の場合を表す。また、1.003.3 [MHz]外部磁界H_{ext}=0の場合、アモルファス・バッタ磁性薄膜3のインピーダンスは周波数Iが2.0 mV、電極4、5間の電圧、すなわち、励磁電流に反し直角方向または斜め方向に磁気

感度を有している。

[0028] すなわち、アモルファス・バッタ磁性薄膜3は、電極4と電極5間の電圧、すなわち、励磁電流に反し直角方向または斜め方向に磁気感度を有している。

[0029] 図2は磁気インピーダンス素子1の使用回路を示す回路図である。図2において、磁気インピーダンス素子1の両端の電極4と電極5には、低抵抗Rと高周波信号源ACからなる直列回路が接続されている。高周波信号源ACは周波数fを可変できるようになっており、抵抗Rを介して磁気インピーダンス素子1に一定電流が高周波電流I_Cを通過される。

[0030] アモルファス・バッタ磁性薄膜3を用いた磁気インピーダンス素子1は磁気-電気変換効率が大幅向上しているため、従来のMR₀素子のようにブリッジ回路等を用いて感度を補償する必要がなく最も簡単な回路構成となる。また、磁気インピーダンス素子1にはアモルファス・バッタ磁性薄膜3の長手方向の外部磁界H_{ext}が印加される。なお、外部磁界H_{ext}の印加方法について後述する。

[0031] 図3は磁気インピーダンス素子1の等価回路を示す回路図である。磁気インピーダンス素子1は、磁性薄膜H_{ext}=0の時のインピーダンスZ₀に対する換算に示された外部磁界H_{ext}を付与した時のインピーダンスの変化ΔZの割合ΔZ/Z₀ [%]を表す。なお、I=8.0 [MHz]、i_C=3.0 [mA/P-P]である。

[0032] また、図中破線IIIはアモルファス・バッタ磁性薄膜にアニール処理を施す前、真面目は前記した条件でアニール処理を施した場合の特性を表す。アニール処理を施す前のアモルファス・バッタ磁性薄膜は、外

部磁界H_{ext}=8 [Oe]付近でΔZ/Z₀が最大約1.1 %)となつて、従来のMR₀素子(2.5～3

インピーダンス素子は微細加工が可能であり回路を小型に構成することができる。

[0065] 図10は本発明の第3実施例を示す図である。図10に示す高速度再生磁気記録セル30は、高磁気-電気変換物質を有するアモルファススパッタ磁性薄膜からなる磁気インピーダンス素子31を有し、超高速読み出しが可能な磁気フラッシュメモリとして機能する。

[0066] 図10において、ガラス基板32上には磁気インピーダンス素子31がスパッタ薄膜形成されており、磁気インピーダンス素子31の一端には常磁性体32が、磁気インピーダンス素子31の他端には磁性体33が固定されている。常磁性体32及び磁性体33は、磁気インピーダンス素子31と同様にいずれもスパッタ薄膜形成されている。したがって、それぞれの電気方向寸法を0.1 (μ m) 程度まで微細加工することが可能である。

[0067] また、磁気インピーダンス素子31及び常磁性体32及び磁性体33は導電性を有しており、常磁性体32及び磁性体33の各一端には例えば銀、またはアルミニウム等の電極34及び35が配設されている。そして、外部回路から電極34と電極35の間に印加用の電流が通電される。

[0068] 常磁性体32は、磁気インピーダンス素子31側及び電極34側に図示の如く磁極を持ち、磁気インピーダンス素子31を磁気バイアスする。なお、磁極の向きは図示の向きと逆でもよい。

[0069] 「磁性体3 3」は磁気記録材料に使用されるよう磁性体(例えば、CoNi, CoNi-Y-F₂O₃, CoNiPなど)であって、その磁気インピーダンス素子3 1側が、記録用の正極または負のバ尔斯電流によって記録用の電流の向き応じた磁性に磁化され保持される。

[0070] 上記の構成とされた高速度再生磁気記録セル30によれば、磁性体3 2が常磁性体3 2と逆向きの磁化ペクトルを持つ時に記録磁化されると、磁気インピーダンス素子3 1の磁界は印加磁場と、その両端の電圧は最小となる。一方、磁性体3 3が常磁性体3 2と同一方向の磁化ペクトルを持つ向きに記録磁化されると、その両端の電圧は最大となる。したがって、磁気インピーダンス素子3 1に記録信号を記憶しておけることになる。

[0071] そこで、上記の構成とされた高速度再生磁気記録セル30を多数個並べた集積構造にするとき、データで電子的に再生する磁気フラッシュメモリを製造することができ、超高速読み出しが可能となる。

[0072]

【発明の効果】 上述の如く前段末1記載の発明によれば、磁性薄膜は高磁気-電気変換効率とされるため、高密度再生磁気ヘッド用途に利用することができる、從来に比べて高密度で微細加工が可能となる特徴がある。

[0073] また計測段9記載の発明によれば、磁性薄膜を有する磁気インピーダンス素子に印加される磁界的向きに応じて変化する第1及び第2の信号に基づいて外部磁気を検出するため、從来に比べて検出感度を向上させることができるとともに、磁気インピーダンス素子は微細加工が可能であり回路を小型に構成することができる特徴がある。

【図面の筋出な説明】

【図1】 本発明の第1実施例を示す図である。

【図2】 磁気インピーダンス素子1の使用回路を示す回路図である。

【図3】 磁気インピーダンス素子1の等価回路を示す回路図である。

【図4】 アモルファススパッタ磁性薄膜3を用いた磁気インピーダンス素子1の実験結果を示す図である。

【図5】 アモルファススパッタ磁性薄膜3のインピーダンス変化率-外部磁場の関係を示す図である。

【図6】 本発明の第1実施例の一実形例を示す図である。

【図7】 本発明の第1実施例の他の実形例を示す図である。

【図8】 本発明の第2実施例を示す図である。

【図9】 磁気インピーダンス素子M1と磁気インピーダンス素子M1'の形状を示す図である。

【図10】 本発明の第3実施例を示す図である。

【図11】 MRR素子の等価回路を示す回路図である。

【図12】 MRR素子1 0 0の抵抗率の合成磁界Hに対する変化を示す図である。

【符号の説明】

1, 3, 5, 11, 12, 13a, 13b, 14a, 14b, 15 磁気インピーダンス素子
2 ガラス基板
3 アモルファススパッタ磁性薄膜
4, 5, 9, 10, 34, 35 電極
20 磁気抽出回路
21 無定位マルチバイブレータ
22 差動増幅回路
30 高速度再生磁気記録セル

3, 3 常磁性体

100 MRR素子

20, 21, 22 固定インピーダンス

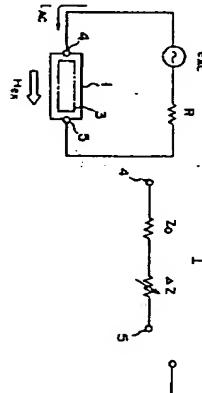
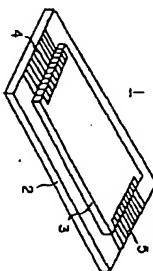
A20, A21, A22 可変インピーダンス

【図1】

【図2】

【図3】

【図11】

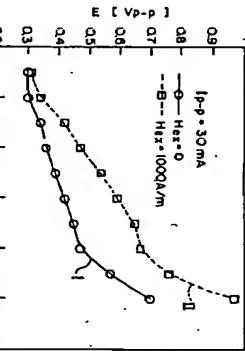


【図1】

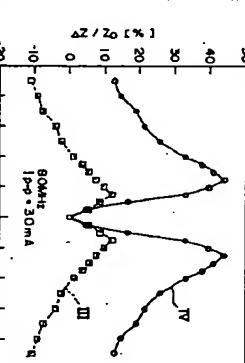
【図2】

【図3】

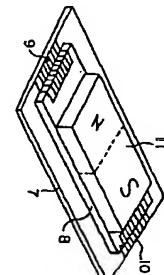
【図11】



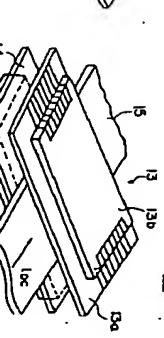
【図4】



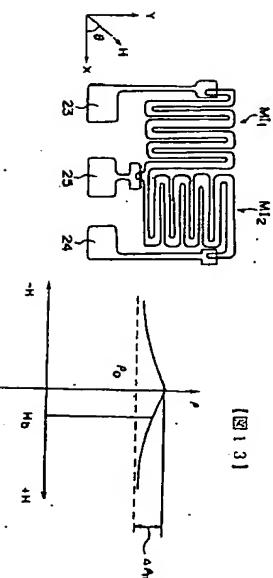
【図5】



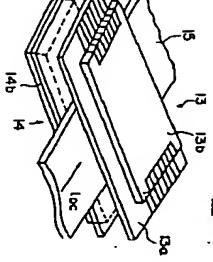
【図6】



【図7】



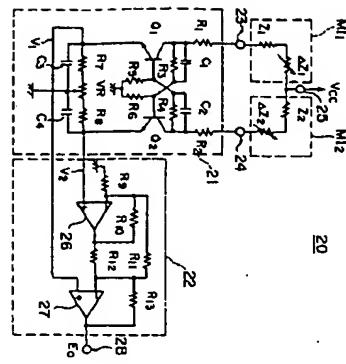
【図9】



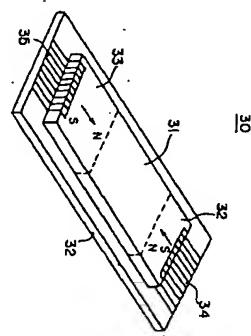
【図10】

【発明の効果】 上述の如く前段末1記載の発明によれば、磁性薄膜は高磁気-電気変換効率とされるため、高密度再生磁気ヘッド用途に利用することができる、從来に比べて高密度で微細加工が可能となる特徴がある。

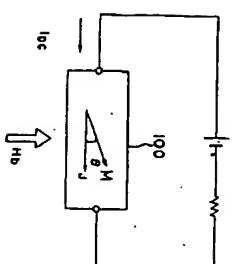
[図8]



[図10]



[図12]



フロントページの続き

(72)発明者 内山 刚

愛知県豊田市金谷町4-25-5 ビレッジ
番号107号

(72)発明者 森田 芳昭

神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機株式
会社厚木事業所内

(72)発明者 戸尾 正彦

神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機株式
会社厚木事業所内